AUS DEM METALLOGRAPHISCHEN LABORATORIUM DER
PROTHETISCHEN ABTEILUNG AM ZAHNÄRZTLICHEN INSTITUT DER
UNIVERSITÄT BASEL

(Vorsteher: Prof. Dr. med. Max Spreng)

Untersuchungen über den Einfluss der Gussmethode und der Gebläseflamme auf die Porenbildung an einer Edelmetall-Gusslegierung

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE
DER ZAHNHEILKUNDE DER MEDIZINISCHEN FAKULTÄT DER
UNIVERSITÄT BASEL

VORGELEGT VON

GERHARD KLUGE
von Starrkirch, Kt. Solothurn

— 1943 —

BUCHDRUCKEREI JUL. HEUBERGER, STEINENVORSTADT 73 - TELEPHON 4.88.91 - BASEL

AUS DEM METALLOGRAPHISCHEN LABORATORIUM DER
PROTHETISCHEN ABTEILUNG AM ZAHNÄRZTLICHEN INSTITUT DER
UNIVERSITÄT BASEL
(Vorsteher: Prof. Dr. med. Max Spreng)

Untersuchungen über den Einfluss der Gussmethode und der Gebläseflamme auf die Porenbildung an einer Edelmetall-Gusslegierung

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE
DER ZAHNHEILKUNDE DER MEDIZINISCHEN FAKULTÄT DER
UNIVERSITÄT BASEL

VORGELEGT VON

GERHARD KLUGE
von Starrkirch, Kt. Solothurn

— 1943 —

BUCHDRUCKEREI JUL. HEUBERGER, STEINENVORSTADT 73 - TELEPHON 4.88.91 - BASEL

Von der medizinischen Fakultät der Universität Basel genehmigt
auf Antrag von Professor Dr. med. Max Spreng

Tag der Promotion: 28. 4. 42

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Aus dem metallographischen Laboratorium der
prothetischen Abteilung am zahnärztl. Institut der Universität Basel
Vorsteher: Prof. Dr. med. Max Spreng

Untersuchungen über den Einfluss der Gussmethode und der Gebläseflamme auf die Porenbildung an einer Edelmetall-Gusslegierung

Von Gerhard Kluge, Basel

Die praktische Erfahrung zeigt, dass an Gussobjekten manchmal mehr, manchmal weniger Poren vorhanden sind. Untersuchungen von Th. Faesch ergaben, dass die Gussmethoden die Porenhaltigkeit beeinflussen. Die stärkste Porenhaltigkeit bewirkte der Luftdruckguss, während mit dem Dampfguss, die porenfreiesten Objekte erzielt wurden. Beim Schleuderguss war die Porenhaltigkeit geringer als beim Luftdruckverfahren, aber doch durchwegs ausgeprägter vorhanden als beim Dampfguss.

Für die Praxis wurde die Schlussfolgerung gezogen, es sei die Dampfgussmethode den anderen Gussverfahren vorzuziehen und jedenfalls die Luftpresse zu meiden, während auch mit dem Schleuderguss brauchbare Resultate erzielt werden können. Porenbildung wird begünstigt durch Ueberhitzen der Legierung beim Aufschmelzen, ebenso durch Bildung von Metalloxyden während des Schmelzvorganges. Ihr Entstehen ist durch Zugabe von reduzierenden Flussmitteln, richtiges Einstellen des Gebläsebrenners und ständiges Bedeckthalten des Schmelzgutes mit breiter Flamme möglichst zu verhindern.

In Fortsetzung der Untersuchungen von Fæsch wurde in vorliegender Arbeit der Einfluss der Gussmethode auf die Gussobjekte einer Spezial-Bügelgusslegierung, dem Ancrofluct, untersucht. Als Erweiterung wurde aber auch untersucht, ob die Flamme des

Gebläsebrenners auf die Porenbildung einen Einfluss ausübt. Deshalb ist unter sonst gleichen Versuchsanordnungen das Schmelzen der Legierung mit zwei verschiedenen Gebläsebrennern vorgenommen worden. Als Gussmethoden kamen wiederum zur Anwendung:

1. die Luftpresse
2. Die Handschleuder
3. Die Solbrig-Dampfpresse.

Als Gebläsebrenner wurden zum Aufschmelzen der Legierung verwendet:

1. Der Fletcherbrenner
2. Der „Neutra"-Brenner.

Der Fletchergebläsebrenner wird in den zahnärztlichen Laboratorien zum Schmelzen der Goldlegierungen am meisten gebraucht. Bei diesem Brenner befindet sich die Luftdüse an der Mündung. Da bei den Gebläsebrennern die Luft mittels Druck durch die Düse gepresst wird, will man durch diese Lage der Düse verhindern, dass in der Gasleitung ein Unterdruck entsteht und durch Zurückschlagen der Flamme Explosionen in der Gasleitung auftreten. Infolge dieser Anordnung der Luftdüse kann aber kein günstiges Mischungsverhältnis zwischen Gas und Luft erzielt werden. Brennt die Flamme leuchtend, so besitzt sie zuviel unverbrannte Kohlenwasserstoffe, entleuchtet man die Flamme vollständig durch einseitige Drosselung der Gaszufuhr, so enthält das Luftgasgemisch zu viel Luft. Eine solche Flamme führt aber beim Schmelzen von Goldlegierungen leicht zu Porenbildung und Metalloxydeinschlüssen und zu sonstigen nachteiligen Störungen im Kristallverband. Beim Fletchergebläsebrenner kann sich die Luft nicht innig und gleichmässig mit dem Gas vermischen.

Beim „Neutra"-Gebläsebrenner*) ist die Luftdüse so angeordnet, dass an der Brennermündung eine gleichmässige Vermischung von Gas und Luft erreicht wird, wodurch die Flamme, weder zu viel Luft noch zu viel unverbrannte Kohlenwasserstoffe enthält; sie brennt „neutral". Daher der Name „neutra"-Gebläsebrenner. Er ist derart konstruiert, dass die Luft das unter niedrigem Druck stehende Gas ansaugt und in ein Mischrohr transportiert. In diesem Mischrohr findet nun eine innige Durchmischung von

*) M. Spreng. Metallkunde für den Zahnarzt, 1940. S. 96.

Luft und Gas statt, worauf das Luftgasgemisch an der siebartigen Brenneröffnung zur Verbrennung gelangt. Die Brenneröffnung ist siebartig unterteilt, um ein Zurückschlagen der Flamme zu verhindern.

Je nachdem der „Neutra"-Gebläsebrenner zum Schmelzen von Legierungen oder zum Löten verwendet wird, kann die Flamme verschieden reguliert werden. Beim Schmelzen wird mit breiter Flamme gearbeitet, wodurch die ganze Legierung gleichmässig erhitzt und der Zutritt des Luftsauerstoffs des Arbeitsraumes verhindert wird. Beim Löten kommt eine kleinere, spitzere Flamme zur Anwendung.

Herstellung der Untersuchungsobjekte.

Den zu untersuchenden Gussobjekten wurde die Form und Grösse der Bügel gegeben, wie sie in der zahnärztlichen Praxis bei der Herstellung unterer partieller Prothesen üblich sind. Fig. 1.) Um prüfen zu können, ob Strukturunterschiede in der Nähe des Eingusses, in der Mitte des Bügels und an dem dem Einguss gegenüberliegenden Ende vorhanden sind, wurden aus jedem Gussobjekt drei ungefähr 1 cm lange Stücke an den entsprechenden Stellen herausgesägt. Die Prüfungsstücke wurden mit (a), (b) und (c) bezeichnet, wobei (a) entfernt vom Eingusskanal, (b) in der Mitte des Bügels und (c) in der Nähe des Eingusses sich befinden.

Die Ergebnisse der mikroskopischen Schliffbilduntersuchungen sind in den Tafeln I—IV zusammengestellt und erläutert.

Tafel I: Luftdruckguss.
Mit dem Fletchergebläsebrenner geschmolzen.

Tafel II: Luftdruckguss.
Mit dem „Neutra"-Gebläsebrenner geschmolzen.

Tafel III: Schleuderguss.
Mit dem Fletchergebläsebrenner geschmolzen.

Tafel IV. Schleuderguss.
Mit dem „Neutra"-Gebläsebrenner geschmolzen.

Tafel V. Dampfguss.
Mit dem Fletchergebläsebrenner geschmolzen.

Tafel VI: Dampfguss.
Mit dem „Neutra"-Gebläsebrenner geschmolzen.

Die mikroskopische Prüfung der Schliffbilder wurde bei 100- und 230-facher Vergrösserung vorgenommen.

Untersuchungsergebnisse.

TATEL I.

Gussobjekt durch Luftdruckguss gegossen, mit dem Fletcherbrenner geschmolzen.

Bei sämtlichen Schliffbildern der mit der Luftpresse gegossenen Bügel fällt die enorme Porenbildung (Lunker) auf. Solche Gussobjekte sind für zahnärztliche Verwendung unbrauchbar.
Die Porenbildung kann durch verschiedene Ursachen bedingt sein. Beim Giessen mit der Luftpresse wird Luft in den Gussraum mitgerissen. Die Flamme des Fletchergebläsebrenners besitzt zu viel unverbrannte Kohlenwasserstoffe, oder das Luftgasgemisch enthält zu viel Luft, wodurch der Guss stark oxydhaltig und porös wird. Auch durch Ueberhitzen der geschmolzenen Legierung wird Porenbildung begünstigt.

Fig. 5. Tafel I, zeigt die Abbildung eines Bügels, der in der Nähe des Eingusskanals eine nicht ausgegossene Stelle aufweist. Die innere Struktur dieser Stelle ist aus den Schliffbildern Fig. 6c und 7c ersichtlich. Neben normaler Korngrösse bemerkt man enorme Kornvergrösserungen. Inwiefern eine an sich hochwertige Legierung infolge ungenügender Giessmethode porenhaltig werden kann, geht aus den Fig. 2, 3, 4, 5, 6, 7 deutlich hervor.

TAFEL II

Gussobjekt durch Luftdruckguss gegossen, mit dem „Neutra»-Gebläsebrenner geschmolzen.

Die Objekte wurden unter den gleichen Bedingungen hergestellt, wie in Tafel I, aber es wurde an Stelle des Fletcherbrenners

der „Neutra"-Brenner benützt. Bei Anwendung des „Neutra"-Gebläsebrenners zeigt sich, dass die Porenbildung etwas weniger stark ausgeprägt auftritt. Aber auch hier sind immer noch zu viele Poren vorhanden, um die Gussobjekte brauchbar werden zu lassen. Vergleicht man Fig. 8, 9, 10, 11 und 12 mit Fig. 2, 3, 4, 6, 7 so bemerkt man eine Verminderung der Porengrösse.

TAFEL III.

Gussobjekte durch Schleuderguss gegossen, mit dem Fletcherbrenner geschmolzen.

Die Güsse sind etwas weniger porenhaltig als bei den gleichen Versuchen mit dem Luftdruckgussverfahren. Die Objekte enthalten aber immer noch zu viele Lunker, um sie für zahnärztliche Behandlungen als geeignet anzuerkennen. (Vergl. Fig. 13, 14, 15, 16, 17).

Diese Schliffbilder zeigen ferner, dass die Porenbildung in der Nähe des Eingusskanals (c) am grössten ist, während die Untersuchungsstelle (a) des Bügels, also entfernt vom Eingusskanal, am wenigsten Lunker aufweist.

TAFEL IV.

Gussobjekte durch Schleuderguss gegossen, mit dem „Neutra"-Gebläsebrenner geschmolzen.

Im Vergleich zu den Ergebnissen auf Tafel III ist bei Verwendung des „Neutra"-Brenners eine weitere Vermeidung der Poren eingetreten. (Fig. 18, 19, 20, 21, 22). Auch aus diesen Abbildungen ersieht man, dass mit dem Schleuderguss die besseren Güsse erzielt wurden als mit dem Luftdruckguss. - Die Wirkung des „Neutra"-Gebläsebrenners ist durch Vergleich von Fig. 18, 20 und 21 mit den Figuren in Tafel I besonders ersichtlich.

Vergleicht man Fig. 21 und 22 mit Fig. 16 und 17, so bemerkt man, dass auch beim Eingusskanal (c) bedeutend weniger Poren vorhanden sind.

TAFEL V.

Gussobjekte durch Dampfguss gegossen, mit dem Fletcherbrenner geschmolzen,

Beim Dampfguss sind Poren in geringerer Zahl vorhanden. (Fig. 23, 24, 25, 26, 27). Vergleicht man den Luftdruckguss mit

seinen riesigen Poren, Tafel I, mit den Schliffbildern des Dampfgusses, Tafel V und VI, so sieht man, dass der Unterschied erheblich ist.. Beim Dampfguss treten die Poren nicht nur in geringerer Zahl auf, sondern sie sind auch kleiner geworden, Einzig beim Eingusskanal ist im Vergleich zu den anderen Teilen stärkere Porenhaltigkeit zu beobachten.

TAFEL VI.

Gussobjekte durch Dampfguss gegossen, mit dem „Neutra"-Gebläsebrenner geschmolzen

Durch Anwendung des Dampfgusses und des „Neutra"-Brenners wurden die besten Resultate erzielt. Die Poren sind fast ganz verschwunden, oder sie sind so klein (Mikrolunker) und treten in so geringer Zahl auf, dass sie, praktisch genommen, kaum nachteilige Wirkungen mehr ausüben können. (Fig. 28, 29, 30, 31 und 32). In Fig. 31 bemerkt man, dass auch in der Nähe des Eingusskanals die Poren fast ganz verschwunden sind. In Fig. 28 und 30 sind überhaupt keine grösseren Poren mehr vorhanden. Bei Anwendung des „Neutra"-Gebläsebrenners wird auch die Metalloxydbildung auf ein Minimum reduziert.

Zusammenfassung.

An einer Spezial-Bügel-Gusslegierung, Ancrofluct, wurde die Einwirkung des Luftdruckgusses, des Schleudergusses und des Dampfgusses, sowie des Fletchergebläsebrenners und des „Neutra"-Gebläsebrenners auf die Porenbildung untersucht.
Die Ergebnisse bestätigen die Angaben aus den Untersuchungen von Th. Faesch, dass die Porenhaltigkeit beim Luftdruckguss am grössten, beim Schleuderguss kleiner und beim Dampfguss am geringsten ist. Die mikroskopische Schliffuntersuchung zeigte aber auch die Einwirkung der Flamme des Gebläsebrenners auf die Guss-Struktur. Bei Anwendung des „Neutra"-Brenners tritt die Porenhaltigkeit zurück im Vergleich zur Verwendung des Fletcherbrenners.

Die Untersuchungen haben auch aufgezeigt, dass die Porenhaltigkeit nicht gleichmässig über das Gussobjekt verteilt ist. Die porenhaltigsten Stellen ergaben sich jeweils am Einguss, die porenfreiesten am Ende des Gussobjektes.

Für das praktische Arbeiten im zahnärztlichen Laboratorium kann aus den Untersuchungen gefolgert werden, dass der Dampfguss in Verbindung mit dem „Neutra"-Brenner bei der Legierung Ancrofluct die poren- und oxydfreiesten Gussobjekte liefert.

Bibliographie.

Clara Breitenmoser-Burri:
Strukturuntersuchungen an dentalen Goldgusslegierungen, Dissertation 1938.

Th. Faesch: Untersuchungen über Gußstruktur und Giessverfahren bei verschiedenen zahnärztlichen Kronen- und Brückenlegierungen.
S. M. Z, 1939 - 208.

K. Falk: Einführung in die Werkstoffkunde für Zahnärzte, München 1937,

P. Goerens: Einführung in die Metallographie,
6. Auflage. Halle 1932.

O. Kröhnke, E. Mass. W. Beck:
Die Korrosion. Leipzig 1929.

R. Oettinger; Das Giessen mit dem „verlorenen Kopf".
Zahnärztl. Rundschau 1930, 6.

F. Sauerwald: Lehrbuch der Metallkunde, Berlin 1929.

J. Spanner und L. Nowack:
Bemerkungen über Vergütung und metallographische Schliffbilder. Zahnärztl. Rdsch. 1930.

M. Spreng; Homogenität und Inhomogenität zahnärztlicher Legierungen.
S. M. Z, 1940, B. 50, No. 2.
Der Kauabdruck (Kapitel 12), Wien 1932.
Metallkunde für den Zahnarzt. Basel 1940.

L. Sterner Reiner: Edelmetallegierungen und Amalgame in der Zahnheilkunde. Berlin 1930.

Fig. 1

a = entfernt vom Eingusskanal

b = Mitte

c = beim Eingusskanal

Tafel III. Schleuderguss mit dem Fletcher-Gebläsebrenner geschmolzen.

V. 100 ×

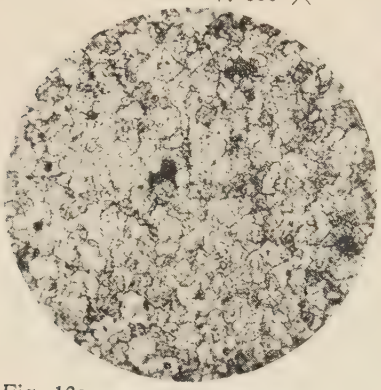

Fig. 13a

V 230 ×

Fig. 14a

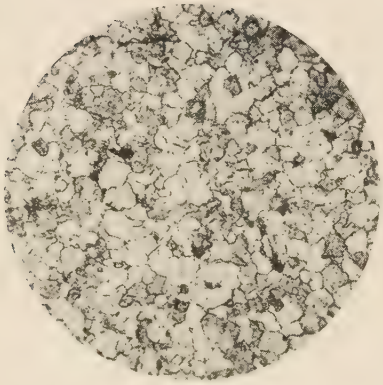

Fig. 15b

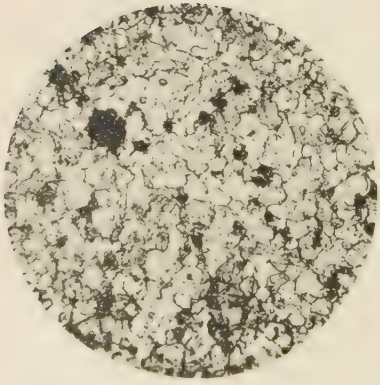

Fig. 16c

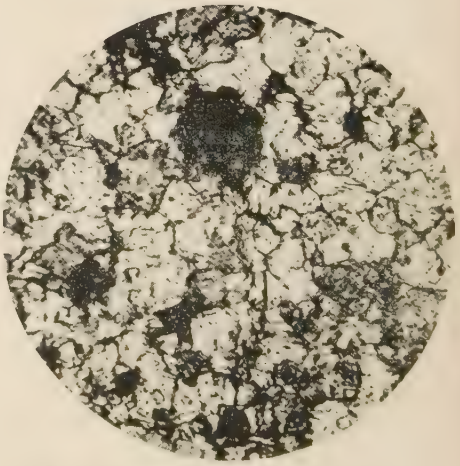

Fig. 17c

Tafel IV. Schleuderguss mit dem „Neutra"-Gebläsebrenner geschmolzen.

V. 100 ×

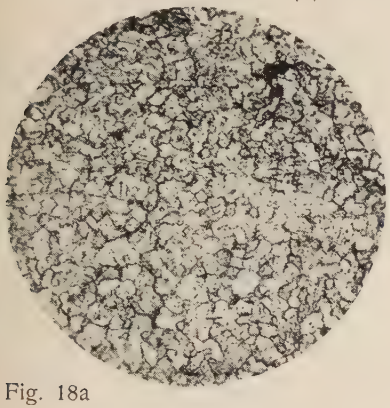

Fig. 18a

V 230 ×

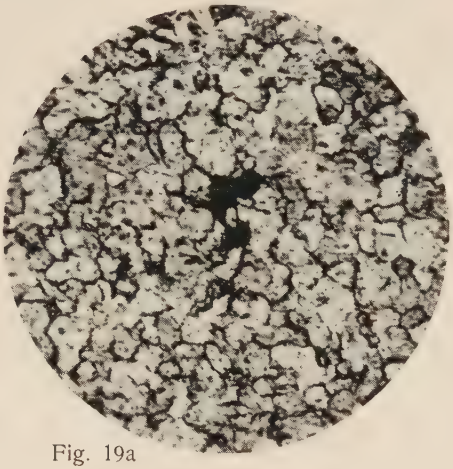

Fig. 19a

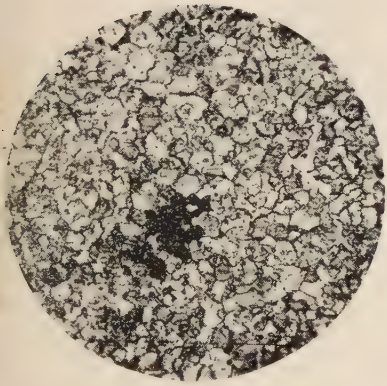

Fig. 20b

Fig. 21c

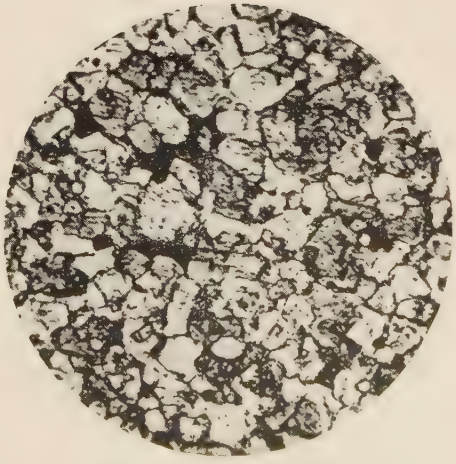

Fig. 22c